اثر تغییر اقلیم بر کاربری اراضی و عملکرد بخش کشاورزی استان مازندران

احمد خانلری ریکنده*، محمدجواد مهدی‌زاده

چکیده

تغییر اقلیم معضل امروز و بحران فردا است. در این تحقیق اثر تغییر اقلیم بر عملکرد محصولات منتخب و کاربری اراضی در چهار ناحیه از استان مازندران مورد مطالعه قرارگرفت. برای این منظور ابتدا روند تغییرات سری زمانی متغیرهای دما و بارش طی سال‌های ۱۳۹۰-۱۳۶۰مورد بررسی قرارگرفت. همچنین با استفاده از تحلیل های رگرسیونی اثر متغیرهای متوسط دمای سالانه و بارش سالانه به عنوان شاخص‌های تغییر اقلیم بر عملکرد و سطح زیرکشت محصولات گندم، جو و برنج در سال‌های زراعی ۱۳۹۰-۱۳۶۰مورد بررسی قرارگرفت. در مرحله بعد با استفاده از نتایج تحلیل‌های رگرسیونی و لحاظ نمودن آن‌ها در مدل برنامه ریزی ریاضی مثبتPMP، اثر سناریوی ۱ درجه افزایش دما و ۱ میلی‌متر کاهش بارش بر کاریری اراضی و عملکرد محصولات کشاورزی تجزیه و تحلیل شد. نتایج تحلیل‌های رگرسیونی نشان داد که دمای هوا روند افزایشی محسوس و بارش روند کاهشی تقریباً محسوسی پیدا، و تغییر اقلیم اثر معنی‌داری بر عملکرد برنج، گندم و جو دارد، نتایج تحلیل‌های مدل PMPنشان داد که کاربری در جهت افزایش کشت اراضی برنج و جو تغییر یافت. یافته ها نشان داد که اثر تغییر اقلیم بر همه محصولات الزاماً منفی نیست و لذا می‌توان به جنبه‌های مثبت تغییر اقلیم نیز توجه داشت و از آن در جهت بهره‌برداری بهینه از منابع و امکانات منطقه استفاده کرد.

کلید واژه ها : برنامه ریزی ریاضی مثبت،تغییر اقلیم، کاربری اراضی، مازندران

مقدمه

عوامل مختلفی باعث بر هم خوردن شرایط حاکم بر اجزای مختلف سیستم اقلیم کره زمین می‌شود که می تواند تاثیراتی را بر اجزای دیگر بگذارد. این عوامل به دو بخش عوامل داخلی ناشی از کنش های متقابل بین اجزای سیستم اقلیم و عوامل خارجی طبیعی ناشی از تابش خورشیدی، فعالیت های آتشفشانی و افزایش غیرطبیعی گازهای گلخانه ای می باشد. بررسی وضعیت این انتشار گازها نشان می دهد که پس از انقلاب صنعتی در نیمه قرن ۱۸، به دلیل افزایش روزافزون صنایع و به واسطه آن افزایش استفاده از سوخت های فسیلی، توازن مقادیر گازهای گلخانه ای در اتمسفر زمین برهم خورده و مقادیر آن بخصوص میزان گاز دی اکسید کربن افزایش یافته است. این افزایش سبب می شود تا امواج مادون قرمز ساطع شده به زمین بیش از پیش توسط گازهای گلخانه‌ای جذب شده و باعث گرمتر شدن اتمسفر کره زمین شود. گرمتر شدن کره زمین نیز به نوبه خود بر وضعیت اجزای دیگر سیستم اقلیم تاثیر گذاشته و پدیده تغییر اقلیم را موجب می گردد (حجازی زاده و شیرخانی، ۱۳۸۴). بطور کلی می توان گفت که پدیده تغییر اقلیم متاثر از دو عامل دما و میزان بارش است که با تغییر هر یک از این عوامل، تغییرات آب و هوایی اتفاق می‌افتد و به دنبال آن چگونگی زندگی انسان ها نیز تغییر می کند و یکی از مهمترین اثرات آن آسیب های ایجاد شده در بخش کشاورزی است(واثقی و اسماعیلی، ۱۳۸۷). امروزه بررسی تغییرات اقلیم، یک موضوع تمام عیار جهانی شده است. تغییر جهانی اقلیم موضوعی است که در طی چند دهه گذشته توجه متخصصین و پژوهشگران را در کشورهای مختلف جهان به خود جلب کرده است (بزاز و سامبروک، ۱۳۸۱). حاصل این مطالعات انتشار مقالات و کتاب های متعدد در مورد علل تغییر اقلیم و پی آمد های ناشی از آن می باشد. با این وجود و علی رغم اهمیت تغییرات جهانی اقلیم، منابع علمی موجود در ایران که به نحوی با اثرات این پدیده مرتبط باشد بسیار اندک است. شواهد حاکی از آن است که تلاش های بسیاری جهت اندازه گیری اثرات تغییر اقلیم بر عملکرد محصول صورت گرفته است و بیشتر این مطالعات بر مبنای مدل های گردش عمومی و مدل های رگرسیونی در قالب تابع تولید مطرح شده اند(کوچکی، ۱۳۸۷). لازم به یادآوری است که برآورد اثر اقلیم بر عملکرد محصولات و اراضی کشاورزی هدف اصلی این مقاله است، از اهمیت بیشتری برخوردار بوده و معدود مطالعات داخلی و خارجی این پدیده را با مدل های رگرسیونی و تابع تولید، مورد بررسی قرار دادند.

پیشینه تحقیق

بر اساس مطالعه ای واثقی و اسماعیلی، با استفاده از روش ریکاردین[1] به اندازه گیری اثرات اقتصادی تغییر اقلیم بر تولید محصول گندم در ایران و اثرات تغییر اقلیم بر درآمد خالص پرداختند. نتایج نشان داد که متغیرهای اقلیمی آثار معنی داربر درآمد خالص به ازای هر هکتار کشت گندم دارند. همچنین، افزایش دما و کاهش بارندگی تا ۱۰۰ سال آینده (به علت افزایش انتشار گازهای گلخانه ای) باعث ۴۱ درصد کاهش در بازده (۷۷۷هزار ریال به ازای هر هکتار) کشت گندم در کشور می‌شود. در مطالعه ای اثر تغییر اقلیم روی محصولات کشاورزی آفریقای جنوبی در قالب یک الگوی ریکاردین پرداخته شد. در این راستا برای پذیرش کشاورزان به تغییر اقلیم، یک رگرسیون از درآمد خالص روی متغیرهای اقلیمی و غیراقلیمی برآورد

[1] Ricardian Method

گردید.در این مطالعه در نهایت اثر چهار سناریو اقلیمی (با توجه به دو برابر شدن Co2) روی رانت زمین برآورد شد. نتایج نشان داد که تولید به تغییر نهایی دما نسبت به بارندگی بیشتر حساس است (Gbetibouo and Hasan, 2005). طی مطالعه ای با بکارگیری روش جامع که از داده‌های شبیه سازی شده زیست محیطی در مدل اقتصادی استفاده و به تجزیه و تحلیل اثر اقلیم بر تولید محصولات ذرت و گندم زمستانه در کشور سوئیس پرداخته شد. نتایج نشان داد که فعالیت کشاورزان و عملکرد محصولات به تغییر اقلیم و قیمت محصولات حساس است (Finger and Schmid, 2008). در مطالعه ای، پیامدهای تغییرات اقلیم با تأکید بر دوران نامطلوب تولید کشاورزی کشور لهستان طی سال‌های ۲۰۰۰-۱۹۵۱ بررسی شد. نتایج نشان داد که درجه حرارت بالای تابستان به همراه بارندگی نامناسب موجب بروز دوره‌های خشک و همچنین خشکسالی‌های متوالی طی دو دهه آخر قرن بیستم شده و این امر باعث کاهش دوره رشد و در نتیجه کاهش میزان تولید محصول غلات شده است(Zmudzka, 2004). طی تحقیقی با استفاده از مدل زراعی-اقتصادی[۲] و تحت دو سناریو" آزاد سازی کامل" و "حفاظت کامل"، اثر تغییرات اقلیم بر درآمد کشاورزان منطقه دانوب (جنوب آلمان)[۳]را بررسی کردند. نتایج نشان داد که درآمد کشاورزان در سناریو آزادسازی کامل بشدت کاهش می‌یابد. سناریوهای "آزادسازی کامل" شامل افزایش قابل توجه درجه حرارت و "حفاظت کامل" شامل افزایش درجه حرارت در حد متوسط بود(Henselar*et al,* 2009). در ادامه لازم به ذکر است که بررسی اثر اقلیم بر محصولات کشاورزی با استفاده از مدل رگرسیونی و مدل برنامه ریزی ریاضی، برای نخستین بار در این مطالعه صورت گرفت. همچنین در گذشته بررسی اثرات اقتصادی تغییر اقلیم بر کشاورزی، بیشتر در کشورهای توسعه یافته صورت گرفته است و باید توجه داشت که سیستم تولید کشاورزی در کشورهای در حال توسعه و به‌ویژه ایران به تغییر اقلیم آسیب پذیرتر می باشد، زیرا این کشورها نسبت به تغییر تکنولوژی و سرمایه انعطاف پذیری پایین تری دارند (واثقی و اسماعیلی، ۱۳۸۷). منطقه مطالعاتی در تحقیق حاضر استان مازندران می باشد که اقلیم آن شامل معتدل خزری و آب و هوای کوهستانی است.وجود اقلیم‌های سرد و کوهستانی در بخش بزرگی از استان و بروزسرمازدگی و خشکسالی خصوصاً طی ده های اخیر و بهره برداری نامناسب از اراضی کشاورزی، از مشکلات و چالش های اقلیمی در بخش کشاورزی استان است (استانداری مازندران، ۱۳۹۰). لذا هدف اصلی مطالعه حاضر بررسی اثر اثلیم بخصوص پارامتر های دما و بارش بر کاربری اراضی و عملکرد محصول در استان مازندران است. با این اهداف فرض بر این است که متغیرهای دما و بارش اثر معناداری بر کاربری اراضی و عملکرد محصول دارند.

مدل مفهومی

در بخش اول مطالعه، با به‌کارگیری روش حداقل مربعات معمولی[۴]روند تغییر و معناداری هر یک از متغیرهای دما و بارش را با متوسط عملکرد محصول y_g، در هر منطقه (رامسر، نوشهر، قائمشهر و بهشهر) طی ۳۰ سال ۱۳۹۰-۱۳۶۰با استفاده از بسته نرم افزاری EViews 5بررسی می شود، تا روند تأثیر دو متغیر اقلیمی (دما و بارش) بر متوسط عملکرد محصولات محاسبه و در

[2]Agro-Economic model
[3]Danube
[4]. Ordinary Least Squares (OLS)

مرحله بعد جهت بررسی اثر اقلیم بر کاربری اراضی، از سناریویی که توسط مدل رگرسیونی ارائه می شود، در مدل برنامه ریزی ریاضی جهت بررسی اثر تغییر اقلیم بر کاربری اراضی استفاده شد. لازم به ذکر است که منظور از کاربری اراضی در این مطالعه متغیر تصمیم کشاورز در نوع کشت محصول از بین سه محصول منتخب (برنج، گندم و جو) در این تحقیق می باشد. همچنین جهت بررسی اثر اقلیم بر کاربری اراضی ابتدا اثر تغییر اقلیم در عملکرد محصول و سپس اثر تغییر عملکرد بر کاربری اراضی بررسی می‌شود که این اثر همان اثر تغییر اقلیم بر کاربری اراضی است.

$$y_g = f\left(T_g, P_g\right) \forall g = 1,....,4 \qquad (۳\text{-}۱)$$

در معادله رگرسیونی (۱-۳)، ۴ ناحیه (رامسر، نوشهر، قراخیل قائمشهر و بهشهر) می‌باشد، همچنین در رابطه بالا y_g بردارمتوسط عملکرد محصول در ناحیه g، T_gو P_gبه ترتیب بردار متوسط دما و بارش سالانه در ناحیه g می باشد. با توجه به داده های موجود، بهترین برازش با استفاده از یک مدل اقتصاد سنجی صورت می‌گیرد و بدین ترتیب یک رابطه معنی-داری بین پارامترهای تغییر اقلیم و میزان عملکرد در واحد سطح محصولات بدست می‌آید.

$$y = c(1) + c(2) * R + c(3) * T + \left[AR(1) = c(4)\right] \qquad (۳\text{-}۲)$$

در رابطه (۲-۳)، بهترین برازش را بین متغیرهای دما(T)، بارش (R) و عملکرد (Y) را نشان می‌دهد. C1، c2، c3 و c4ضرائب تابع خودرگرسیونی (۲-۳) هستند. همچنین برای رفع خودهمبستگی از فرآیند خودرگرسیون مرتبه اول AR(۱) استفاده شد، فرآیند خودرگرسیونی بیانگر این است که پیشبینی متغیر وابسته در زمان t، نسبتی از مقدار آن در زمان(t-1)، بعلاوه یک شوک تصادفی یا جمله اخلال در زمان t است.

برنامه‌ریزی ریاضی مثبت(PMP)

PMPدارای سه مرحله به شرح زیر می‌باشد:

مرحله‌ی اول: محاسبه‌ی قیمت‌های سایه‌ای با استفاده از یک برنامه‌ریزی خطی کمکی

$$Max \quad Z = GM'X \qquad (۳\text{-}۳)$$

S. to

$$A\ X \ \leq b \qquad \left[\pi\right] \quad (۳\text{-}٤)$$

$$X \ \leq \left(X^0 + e\right) \qquad \left[\lambda\right] (۳\text{-}٥)$$

$$X \ \geq 0 \qquad (۳\text{-}٦)$$

که در این روابط، Z مقدار تابع هدف که بایستی حداکثر شود. X بردار فعالیت‌ها، GM بردار بازده ناخالص (حاصلضرب قیمت در عملکرد منهای هزینه‌های متغیر) محصولات می‌باشد که برای هر فعالیت از طریق رابطه زیر بدست می-آید:

رابطه (۳-۴)، محدودیت منابع و رابطه (۳-۵)، محدودیت واسنجی نام دارد. محدودیت منابع در چهار منطقه مطالعاتی (بهشهر، قائمشهر، نوشهر و رامسر)، زمین، آب آبیاری، مواد شیمیایی و سرمایه در نظرگرفته شد. اضافه کردن محدودیت‌های واسنجی باعث می‌شود که جواب بهینه برنامه‌ریزی خطی دقیقاً سطح فعالیت‌های مشاهده شده در سال پایه را به دست دهد (Howitt, 1995).

مرحله‌ی دوم: محاسبه‌ی تابع هزینه‌ی غیرخطی واسنجی شده

در مرحله‌ی دوم PMP، مقادیر λ برای بدست آوردن یک تابع هزینه‌ی متغیر غیرخطی مورد استفاده قرار می‌گیرند. معمولاً برای آسانی محاسبه و فقدان دلایل قوی برای انتخاب توابع دیگر، از تابع هزینه متغیر درجه دوم زیر استفاده می‌گردد (Heckelei, 2002):

$$C^{v} = d'x + \frac{1}{2}x'Qx \qquad (۳-۸)$$

که در آن:

C^{v} هزینه‌ی متغیر، d یک بردار(n×1) از فراسنجه‌های مربوط به جزء خطی تابع هزینه، Q یک ماتریس متقارن مثبت معین(n×n)از فراسنجه‌های مربوط به جزء درجه دوم تابع هزینه، این تابع هزینه‌ی متغیر غیرخطی با این شرط که هزینه متغیر نهایی فعالیت‌ها با مجموع هزینه حسابداری فعالیت‌ها (c)و متغیر دوگان محدودیت واسنجی (λ) برابر باشد، بدست می‌آید. بنابراین فراسنجه‌های تابع هزینه بایستی با شرط زیر محاسبه شوند:

$$MC^{v} = \frac{\partial C^{v}(x^{0})}{\partial x} = d + Qx^{0} = c + \lambda \qquad (۳-۹)$$

در رابطه‌ی (۳-۷)، بایستی n فراسنجه برای بردارd و به علت متقارن بودن Q، n(n+1)/2فراسنجه برای Q محاسبه گردند، یعنی در کل بایستی مقدار عددی n+n(n+1)/2فراسنجه بدست آورده شود. با این فرض که بردار مشاهده شده هزینه هر واحد فعالیت برابر با هزینه متوسط تابع هزینه متغیر است، آنگاه رابطه (۳-۹)، را می‌توان با قراردادن $q_{ii} = \frac{2p_i}{x_i^0}$ و $d_i = c_i - p_i$ بدست آورد.

مرحله‌ی سوم: ساختن مدل برنامه‌ریزی نهایی

در مرحله‌ی سوم PMP، با استفاده از تابع هزینه‌ی غیرخطی واسنجی شده و محدودیت‌های منابع، یک مدل برنامه‌ریزی غیرخطی بصورت روابط (۳-۱۰) ساخته می‌شود.

$$\text{Max } Z = GM'x - d'x - x'Qx/2 \qquad (۳-۱۰)$$
$$\text{S. to}$$

$$Ax \le b$$

$$x \ge 0$$

جواب این مدل نهایی در شرایط سال پایه، دقیقاً سطوح فعالیت سال پایه خواهد بود و می‌توان با تغییر شرایط و تعریف سناریوهای مختلف با استفاده از این مدل به تحلیل سیاست پرداخت.

محاسبه تابع تولید با کشش جانشینی ثابت

در مدل برنامه ریزی ریاضی استفاده شده در این تحقیق از تابع تولید با کشش جانشینی ثابت بصورت رابطه (۱۱-۳) استفاده شد.

$$Y_{gi} = \tau_{gi}\left[\sum_j \beta_{gij} D_{gij}^{\rho_i}\right]^{\upsilon/\rho_i} \qquad (۳\text{-}۱۱)$$

از رابطه (۱۱-۳)، در مرحله سوم استفاده شد. **i**محصولات مورد نظر و**j**نهاده‌ها را نشان می‌دهد، محصولات شامل، گندم، جو و برنج می‌باشد. همچنین در این مطالعه ۴ نهاده، زمین، سرمایه، آب و مواد شیمیایی و ۴ منطقه (رامسر، نوشهر، قراخیل قائمشهر و بهشهر) مورد بررسی قرار می گیرد. در رابطه (۱۱-۳)، y_{gi} نشان دهنده میزان محصول **i**در منطقه **g** می باشد، همچنین τ_{gi} پارامتر مقیاس، β_{gij} نشان دهنده سهم هر نهاده در تولید محصول **i** در منطقه **g**می‌باشد، D_{gij} نشان دهنده عوامل تولیدی مصرف شده برای تولید محصول **i** در منطقه**g** مورد نظر می‌باشد. σ_i، کشش جانشینی محصول **i**و $\rho_i = (\sigma - 1)/\sigma$ می‌باشد، همچنین υ نشان دهنده ضریب مقیاس می‌باشد.

وارد کردن اقلیم به مدل برنامه‌ریزی ریاضی مثبت

دما و بارش بر روی عملکرد و کاربری اراضی (متغیر تصمیم کشاورز در نوع کشت محصول از بین سه محصول منتخب(برنج، گندم و جو)) در چهار منطقه (بهشهر، قائمشهر، نوشهر و رامسر) در استان مازندران استفاده شد. در ادامه اثر تغییر در عملکرد محصول بر کاربری اراضی بررسی می‌شود که این اثر همان اثر تغییرات اقلیمی بر کاربری اراضی است.

$$Max = \sum_g \sum_i yld_{gi} v_{gi} Y_{ig} - \sum_g \sum_i d'x + 1/2 x'Qx \qquad (۳\text{-}۱۲)$$

s.to

$$\mathrm{A}x_{ig} \le b \;\; \forall g = 1,....,4 \qquad (۳\text{-}۱۳)$$

$$x \ge 0 \qquad (۳\text{-}۱۴)$$

در رابطه (۱۲-۳) v_{gi} قیمت هر تن محصول i در منطقه g، yld_{gi} متوسط عملکرد محصول i در منطقه g، x سطح زیرکشت محصولات گندم، برنج . جو در چهار منطقه مطالعاتی و d و Q فراسنجه‌های تابع هزینه غیرخطی هستند. رابطه (۱۳-۳) محدودیت منابع در چهار منطقه مطالعاتی (بهشهر، قائمشهر، نوشهر و رامسر)، زمین، آب آبیاری، مواد شیمیایی و سرمایه است. A ماتریس ضرائب فنی و b کل منابع موجود می باشد. اثر اقلیم بر عملکرد در رابطه (۱۲-۳) وارد شده و نتایج حاصله بیانگر

تغییرات کاربری اراضی است که همان تصمیم کشاورز در انتخاب نوع محصول منتخب از بین سه محصول مورد بررسی می‌باشد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

در این تحقیق، همانطور که پیشتر نیز عنوان شد، از روش حداقل مربعات معمولی جهت بررسیروند تغییر، معناداری و اثر هر یک از متغیرهای دما و بارشبر متوسط عملکرد محصول در چهار منطقه مطالعاتی استفاده شد.نتایج این مطالعه نشان داد که، تغییر اقلیم در شهرستان های مورد مطالعه استان مازندران، بهشهر، قائمشهر،نوشهر و رامسر تاثیر معنی‌داری بر عملکرد محصولات برنج، گندم و جو داشته است.در منطقه رامسرمتغیرهای بارش سالانه و متوسط دمای سالانه بر عملکرد برنج و جو اثر مثبت و بر عملکرد گندم اثر منفی نشان دادند. متغیرهای بارش سالانه و متوسط دمای سالانه در منطقه نوشهر دارای اثر منفی بر عملکرد گندم و اثر مثبت بر عملکرد برنج و جو بود، همچنین، متغیرهای بارش سالانه و متوسط دمای سالانه در منطقه قائمشهر دارای اثر منفی بر عملکرد محصول گندم و اثر مثبت بر عملکرد محصولات برنج و جو بود، در منطقه بهشهر، متغیرهای اقلیمی بر عملکرد محصول گندم اثر منفی و بر عملکرد محصول برنج و جو اثر مثبت داشت.

اثر تغییر اقلیم بر عملکرد محصولدر رامسر

با توجه به جدول (۱) ملاحظه می شود، متغیرهای بارش سالانه اثر منفی و متوسط دمای سالانه نیز در منطقه رامسر دارای اثر منفی بر عملکرد محصول گندم هستند. بر طبق نتایج، با افزایش یک واحد در بارش سالانه، ۰/۱۱ واحد از میزان عملکرد محصول گندم کاسته می‌شود. همچنین افزایش متوسط دما به میزان یک واحد حدودا ۰/۰۸ واحد عملکرد محصول گندم را کاهش می‌دهد. از لحاظ آماری، متغیر بارش سالانه در سطح پنج درصد معنی‌دار شد و متغیر متوسط دما در سطح یک درصد معنی‌دار می‌باشد. به عبارت دیگر هر دوی این متغیرها به لحاظ آماری دارای اثر معنی‌داری بر عملکرد محصول گندم هستند. قدرت توضیح‌دهندگی مدل برآورد شده نیز، تقریبا بالا بوده و $\overline{R}^2$ تابع برآورد شده برابر ۰/۷۲ می‌باشد. به دیگر سخن، متغیرهای بارش سالانه و متوسط دمای سالانه توانسته‌اند ۷۲ درصد از تغییرات متغیر وابسته (عملکرد محصول گندم) را توضیح دهند.همچنینبرای رفع خودهمبستگی از فرآیند خودرگرسیون مرتبه اول AR(۱)استفاده شد، فرآیند خودرگرسیونی بیانگر این است که پیشبینی متغیر وابسته در زمان t، نسبتی از مقدار آن در زمان(t-1) بعلاوه یک شوک تصادفی یا جمله اخلال در زمان t است. همانطور که در جدول (۱) مشاهده شد، آزمون دوربین واتسون برای تابع گندم ۲/۱ می‌باشد، یعنی خودهمبستگی بین اجزای اخلال مدل وجود ندارد، همچنین آزمون دوربین واتسون برای توابع محصول برنج و جو نشان دهنده وجود عدم خودهمبستگی می‌باشد. تابع آزمون F معیار اندازه گیری معنی‌دار بودن کلی رگرسیون می‌باشد، همانطور که در جدول (۱) مشخص است، برای محصولات گندم و برنج و جو F محاسباتی بزرگتر از Fجدول می باشد، (Fجدول ۲/۱۱ است)، یعنی کل تابع رگرسیونی انجام شده معنی دار است. در تابع مربوط به عملکرد محصول جو در منطقه رامسر، ضریب متغیر بارش سالانه برابر ۰/۳۱ و ضریب متغیر متوسط دمای سالانه برابر ۰/۰۶۵ می‌باشد. همچنین در این تابع رگرسیونی عرض از مبدا برابر ۰/۵۶ است. به لحاظ آماری ضریب متغیر متوسط دمای سالانه و عرض از مبدا در سطح ده درصد معنی دار بوده و ضریب متغیر بارش

در سطح پنج درصد معنی‌دار می‌باشد. ملاحظه می‌شود که با یک واحد افزایش در بارش سالانه، عملکرد محصول به میزان ۰/۳۱ واحد افزایش پیدا می‌کند. این در حالی است که یک واحد افزایش در دمای متوسط سالانه تنها ۰/۰۶۵ واحد عملکرد محصول جو را افزایش می‌دهد. میزان توضیح دهندگی مدل نیز در حد قابل قبولی می‌باشد، به طوری که متغیرهای توضیحی مدل توانسته‌اند حدود ۷۵ درصد از تغییرات متغیر وابسته را توضیح دهند.آخرین تابعی که برای منطقه رامسر برآورد شد، مربوط به عملکرد محصول برنج می‌باشد. در این تابع، ضریب متغیر بارش برابر ۱/۴۵ و ضریب متغیر متوسط دمای سالانه برابر ۰/۱۴ می‌باشد. ضریب هر دو متغیر به لحاظ آماری متفاوت از صفر بوده و دارای اثر معنی‌دار بر عملکرد محصول برنج در منطقه رامسر هستند. ضریب تعیین تعدیل شده این تابع برابر ۰/۸۱ است، به عبارت دیگر مدل نسبتا دارای قدرت توضیح‌دهندگی بالایی است و ۸۱ درصد از تغییرات متغیر عملکرد محصول برنج توسط دو متغیر بارش سالانه و متوسط دمای سالانه توضیح داده شد.

جدول ۱: اثر تغییر اقلیم بر عملکرد محصول دررامسر

متغیر	برنج	جو	گندم
عرض از مبدا	۲/۶	۰/۵۶*	۰/۳۷
بارش	۱/۴۵***	۰/۳۱**	-۰/۱۱**
دما	۰/۱۴***	۰/۰۶۵*	-۰/۰۸***
$\overline{R}^2$	۰/۸۱	۰/۷۵	۰/۷۲
dw	۱/۸	۱/۹	۲/۰۱
F	۱۰۵	۷۳	۳۵
AR	۰/۶۹**	۰/۷۵**	۰/۵۸***

* : معنی دار در سطح ۱۰ درصد** : معنی دار در سطح ۵ درصد*** : معنی دار در سطح ۱ درصد

اثر تغییر اقلیم بر عملکرد محصولدر نوشهر

متغیرهای بارش سالانه و متوسط دمای سالانه در منطقه نوشهر دارای اثر منفی بر عملکرد گندم و اثر مثبت بر عملکرد برنج و جو می باشند.

جدول ۲: اثر تغییر اقلیم بر عملکرد محصول در نوشهر

متغیر	برنج	جو	گندم
عرض از مبدا	۱/۵۲	۱/۴۱*	- ۱/۷*
بارش	-۰/۲۶***	۰/۷۷**	- ۰/۲۷**
دما	۱/۲۱**	۰/۰۳**	- ۰/۰۴۹
$\overline{R}^2$	۰/۸۵	۰/۹۰	۰/۸۱
DW	۱/۸	۱/۹	۱/۷
F	۵۵	۱۲۷	۳۶
AR	-۰/۷۱***	-۰/۵۷***	۰/۶***

معنی دار در سطح ۱ درصد***: معنی دار در سطح ۵ درصد **: معنی دار در سطح ۱۰ درصد *

اثر تغییر اقلیم بر عملکرد محصولدر قائمشهر

متغیرهای بارش سالانه و متوسط دمای سالانه در منطقه قائمشهر دارای اثر منفی بر عملکرد گندم و اثر مثبت بر عملکرد برنج و جو هستند.

جدول ۳: اثر تغییر اقلیم بر عملکرد محصول در قراخیل قائمشهر

متغیر	برنج	جو	گندم
عرض از مبدا	-۲/۵**	۶/۶**	۲/۳
بارش	۰/۸**	۰/۹**	-۱/۴۷***
دما	۰/۲۲**	۰/۱۸*	-۰/۰۵***
$\overline{R}^2$	۰/۸۶	۰/۷۵	۰/۸۳
DW	۱/۹	۱/۷	۱/۸
F	۸۴	۳۰	۶۵
AR	۰/۶۵**	۰/۵۹**	۰/۷۳***

اثر تغییر اقلیم بر عملکرد محصولدر بهشهر

در منطقه بهشهر، متغیرهای اقلیمی بر عملکرد محصول گندم اثر منفی و بر عملکرد محصول برنج و جو اثر مثبت دارد.

جدول ۴: اثر تغییر اقلیم بر عملکرد محصول در بهشهر

متغیر	برنج	جو	گندم
عرض از مبدا	۰/۰۵**	-۹/۳	-۴/۲*
بارش	۰/۰۹***	۰/۲۱**	-۰/۷۵*
دما	۰/۰۱۹	۰/۰۸***	-۰/۱۱***
$\overline{R}^2$	۰/۹۰	۰/۸۱	۰/۷۹
DW	۲	۱/۹	۱/۸
F	۸۵	۷۶	۳۰
AR	۰/۶۳ *	۰/۷۲ ***	۰/۶۶**

سناریو برای تغییر اقلیم و اثر آن بر عملکرد محصولات منتخب

با توجه به جدول (۴) ملاحظه می‌شود، با یک درجه افزایش دما و یک میلیمتر کاهش بارش سناریوهای اقلیم درشهرستان‌های رامسر، ۲/۵ درصد عملکرد برنج و ۱۵ درصد عملکرد جو افزایش می‌یابد، همچنین عملکرد گندم به اندازه **۳۳**درصد کاهش می‌یابد. متغیرهای اقلیم در شهرستان نوشهر عملکرد برنج و جو را به ترتیب، ۱۵ و ۲ درصد افزایش و عملکرد گندم را ۲ درصد کاهش می دهد. متغیرهای اقلیمی در شهرستان قائمشهر عملکرد محصول برنج و جو را ۲۵ درصد افزایش و عملکرد گندم را ۲/۸ درصد کاهش می دهند، همچنین سناریوهای اقلیمی بعد از ۱ درجه افزایش دما و ۱ میلیمتر کاهش بارش در منطقه بهشهر عملکرد هر دو محصول برنج، جو را بترتیب به اندازه ۵ و ۴ درصد افزایش و عملکرد محصول گندم را ۱۳ درصد کاهش می‌دهد.

جدول ۴: اثر تغییر اقلیم بر عملکرد محصول بعد از ساخت سناریو

نام متغیر	برنج	جو	گندم
رامسر	۰/۰۲۵	۰/۱۵	-۰/۳۳
نوشهر	۰/۱۵	۰/۰۲	-۰/۰۲
قائمشهر	۰/۲۵	۰/۲۵	-۰/۰۲۸
بهشهر	۰/۰۵	۰/۰۴	-۰/۱۳

نتایج حاصل از مدل PMPدر چهار منطقه مورد مطالعه

نشان داد که در شهرستان رامسر، سطح زیر کشت برنج بعد از اعمال سناریوی ۱ درجه افزایش دما و ۱ میلیمتر کاهش بارش، ۳۱ درصد افزایش می‌یابد، و از ۳۵۴۰ هکتار به ۴۶۵۷ هکتار می‌رسد. همچنین سطح زیرکشت جو بعد از اعمال سناریو، ۳ درصد افزایش یافت و از ۱۱۵۰ هکتار به ۱۵۰۳ هکتار رسید. گندم با ۵۱ درصد کاهش سطح زیر کشت مواجه شد، و از ۲۸۵۰ هکتار به ۱۳۸۰ هکتار کاهش یافت. نتایج نشان داد که بر اثر تغییر اقلیم کشاورزان بیشتر به کاشت برنج و جو تمایل پیدا می-کنند. در شهرستان نوشهر، سطح زیرکشت برنج با ۱۸ درصد افزایش مواجه شد، و از ۲۹۲۰ هکتار به ۳۴۶۵ هکتار رسید. همچنین، جو بعد از اعمال سناریو ۳/۲ درصد افزایش سطح زیرکشت را نشان داد، و از ۳۷۵۰ هکتار به ۳۸۷۰ هکتار رسید. گندم در نوشهر بعد از اعمال سناریو با ۴۴ درصد کاهش مواجه شد و از ۱۵۰۰ هکتار به ۸۳۵ هکتار رسید. نتایج حاکی از آن است که بر اثر تغییر اقلیم کشاورزان به کاشت دو محصول برنج و جو توجه بیشتری نسبت به محصول گندم دارند. در شهرستان قائمشهر، افزایش سطح زیرکشت برنج و جو به ترتیب ۲۹ و ۳۳ درصد است. این در حالی است که گندم با ۴۹ درصد کاهش سطح زیرکشت مواجه شد. نتایج نشان داد، در قائمشهر، بر اثر تغییر اقلیم کشاورزان از کاشت گندم به سمت کاشت جو و برنج متمایل می‌شوند. در شهرستان بهشهر، برنج و جو بعد از اعمال سناریو به ترتیب با ۷ و ۲۵ درصد افزایش و گندم در بهشهر ۲۴ درصد کاهش می‌یابد.

اثر تغییر اقلیم بر عملکرد محصولات منتخب در رامسر

جدول ۵: نتایج حاصل از مدل‌سازی برنامه ریزی ریاضی مثبت (رامسر)

متغیر	مقادیر واقعی اراضی مشاهده شده (هکتار)	مقادیر سال پایه PMP	سناریو			تغییرات سطح زیرکشت بعد از اعمال سناریو (هکتار)	درصد تغییرات سطح زیرکشت
			افزایش دما(C)	کاهش بارش(mm)	درصد تغییرات عملکرد		
برنج	۳۵۴۰	۳۵۴۰	۱	۱	%۲/۵	۴۶۵۷	%۳۱
جو	۱۱۵۰	۱۱۵۰	۱	۱	%۱۵	۱۵۰۳	%۳۰
گندم	۲۸۵۰	۲۸۵۰	۱	۱	-%۳۳	۱۳۸۰	-%۵۱

اثر تغییر اقلیم بر عملکرد محصولات منتخب در نوشهر

جدول۶: نتایج حاصل از مدل‌سازی برنامه ریزی ریاضی مثبت (نوشهر)

متغیر	مقادیر واقعی اراضی مشاهده شده (هکتار)	مقادیر سال پایه PMP	سناریو			تغییرات سطح زیرکشت بعد از اعمال سناریو (هکتار)	درصد تغییرات سطح زیرکشت
			افزایش دما(C)	کاهش بارش(mm)	درصد تغییرات عملکرد		
برنج	۲۹۲۰	۲۹۲۰	۱	۱	%۱۵	۳۴۶۵	%۱۸
جو	۳۷۵۰	۳۷۵۰	۱	۱	%۲	۳۸۷۰	%۳/۲
گندم	۱۵۰۰	۱۵۰۰	۱	۱	-%۲/۸	۸۳۵	-%۴۴

اثر تغییر اقلیم بر عملکرد محصولات منتخب در قائمشهر

جدول ۷: نتایج حاصل از مدل‌سازی برنامه ریزی ریاضی مثبت (قائمشهر)

متغیر	مقادیر واقعی اراضی مشاهده شده (هکتار)	مقادیر سال پایه PMP	سناریو			تغییرات سطح زیرکشت بعد از اعمال سناریو (هکتار)	درصد تغییرات سطح زیرکشت
			افزایش دما(C)	کاهش بارش(mm)	درصد تغییرات عملکرد		
برنج	۲۵۴۰	۲۵۴۰	۱	۱	%۲۵	۳۲۸۸	%۲۹
جو	۲۰۹۰	۲۰۹۰	۱	۱	%۲۵	۲۷۹۰	%۳۳
گندم	۲۹۰۰	۲۹۰۰	۱	۱	-%۲/۸	۱۴۵۲	-%۴۹

اثر تغییر اقلیم بر عملکرد محصولات منتخب در بهشهر

جدول۸: نتایج حاصل از مدل‌سازی برنامه ریزی ریاضی مثبت (بهشهر)

متغیر	مقادیر واقعی اراضی مشاهده شده (هکتار)	مقادیر سال پایه PMP	سناریو			تغییرات سطح زیرکشت بعد از اعمال سناریو (هکتار)	درصد تغییرات سطح زیرکشت
			افزایش دما(C)	کاهش بارش(mm)	درصد تغییرات عملکرد		
برنج	۳۷۴۰	۳۷۴۰	۱	۱	%۵	۴۰۱۲	%۷
جو	۲۳۲۰	۲۳۲۰	۱	۱	%۴	۲۹۰۰	%۲۵
گندم	۳۵۰۰	۳۵۰۰	۱	۱	%۱۳	۲۶۴۸	-%۲۴

بحث و نتیجه‌گیری

همانطور که نتایج تجزیه و تحلیل چهار منطقه مطالعاتی نشان داد، در اثر تغییر اقلیم، در مجموع در چهار منطقه مورد بررسی، کشاورزان از کاشت گندم به سمت کاشت جو و برنج متمایل می‌شوند. به عبارت دیگر، تغییر اقلیم، تصمیم‌گیری کشاورزان را تحت تاثیر قرارداده و باعث می‌شود تا کشاورزان میزان زمین تخصیص داده شده به جو و برنج را افزایش داده و از میزان زمین اختصاص داده شده به محصول گندم بکاهند. یافته های این مطالعه نشان داد که اثر تغییر اقلیم بر همه محصولات الزاماً منفی نیست و لذا می‌توان به جنبه‌های مثبت تغییر اقلیم نیز توجه داشت واز آن در جهت بهره‌برداری بهینه از منابع و امکانات منطقه استفاده کرد. همچنین در بخش برنج استان، سیاست‌های حمایتی از این محصول به گونه ایی صورت گیرد تا کشاورزان کشت زراعت برنج را در اولویت و با کارایی بیشتر انجام دهند.

منابع

۱. واثقی، ا.، اسماعیلی، ع.۱۳۸۷.«بررسی اثر تغییر اقلیم بر بخش کشاورزی ایران: روش ریکاردین (مطالعه موردی:گندم)».*علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی*، ۴۵ (۷):۶۹۶-۶۸۵.

۲. پورتال استانداری استان مازندران. ۱۳۹۰.http://www.ostsn-maz.ir

۳. بزاز، ف. و. سامبروک. ۱۳۸۱. «اتر تغییر اقلیم جهانی بر تولیدات کشاورزی» (ترجمه: م.، نصیری، ع.، ر، کوچکی و پ، رضوانی مقدم) چاپ اول، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

۴. کوچکی، ع. ۱۳۸۷. «بررسی اثرات تغییر اقلیم بر خصوصیات زراعی محصولات ریشه ای تحت شرایط تبریز». دومین کنفرانس منطقه ای تغییر اقلیم، سازمان هواشناسی کشور.

۵. حجازی زاده، ز. و شیرخانی، ع. ۱۳۸۴. «تحلیل و پیش بینی آماری خشکسالی و دوره های خشک کوتاه مدت در استان خراسان». *پژوهشهای جغرافیایی*،۳۷(۵۲): ۳۱-۱۳.

6. Bates, B.,Kundzewicz, Z.W., Wu, Sh. and Palutikof, J.2008. «Climate Change and Water. *Intergovernmental Panel on Climate Change*»,88:197-206.
7. Heckelei, T. 2002. «Calibration and Estimation of Programming Models for Agricultural Supply Analysis», University of Bonn, 159p.
8. Howitt, R.E. 1995,«Positive mathematical programming .American Journal of Agricultural Economics», 77(2):329-342.
9. Gbetibouo, G.A.and R.M. Hasan.2005. «Measuring the economic impact of climate change on major south African field crops»: a Ricardian approach. Global and Planetary Change; 47: 143-152.
10. Finger, R.andSchmid, S. 2008«.modeling agricultural production risk and the aadaptation to climate change».*Agricultural Finance Review*,103: 25-41.
11. Henseler, M., Wirsig, A., Herrmann, S., Krimly, T., Dabbert, S. 2009.« Modeling the impact of global change on regional agricultural land use through an activity-based non-linear programming approach».*Agricultural Systems,* 100: 31-42.
12. Zmudzka, E. 2004.«The climatic background of agricultural production in Poland» (1951-2000). *Miscellanea Geographic*,11: 127-137.